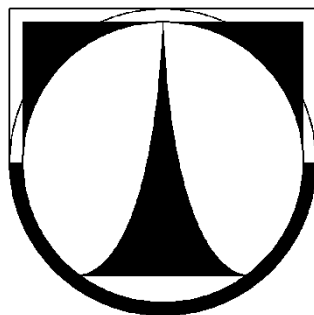


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní



Jan Pajkrt

**USPOŘÁDÁNÍ OPRAVÁRENSKÉ DÍLNY PRO
REALIZACI PROJEKTU „REKONSTRUKCE
PŘEVODOVÝCH SKŘÍNÍ“**

Bakalářská práce

2011

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor : Strojírenství

Zaměření : Výrobní systémy

**USPOŘÁDÁNÍ OPRAVÁRENSKÉ DÍLNY PRO REALIZACI
PROJEKTU „REKONSTRUKCE PŘEVODOVÝCH SKŘÍNÍ“**

**THE LAYOUT OF THE MAINTENANCE WORKSHOP FOR THE
REALIZATION OF THE PROJECT „GEARBOXES
RECONSTRUCTION“**

KVS - 109

Jan Pajkrt

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Tomáš Kloud

Počet stran : 44

Počet příloh : 19

Počet obrázků : 14

Počet tabulek : 2

V Liberci 20. 5. 2011



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Jan P a j k r t
Studijní program	B2341 Strojírenství
obor	2301R030 Výrobní systémy
zaměření	výrobní systémy

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Uspořádání opravárenské dílny pro realizaci projektu „Rekonstrukce převodových skříní“

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

Cílem bakalářské práce je návrh layoutu dílny ve firmě Údržba s.r.o. Česká Lípa

Při zpracování bakalářské práce je vhodné využít standardní postup zpracování projektů (např. strukturovaný přístup k řešení projektů – cyklus DMAIC) a nástroje pro analýzy a zlepšování procesů.

Doporučený postup řešení:

1. Definování dílčích cílů a postupu řešení.
2. Analýza současného stavu.
3. Návrh variant uspořádání dílny.
4. Návrh počtu pracovníků vzhledem k plánované velikosti zakázky.
5. Porovnání variant řešení, volba konečné varianty (příp. i její implementace).
6. Zhodnocení návrh

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : 40 - 50 stran

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

Liker, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management press, 2007, s. 390.
ISBN 978-80-7261-173-7

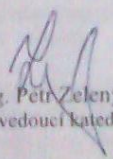
Warnecke, H.-J. - Košťuriak, J. - Debnár, J. - Gregor, M. - Mičieta, B.
Fraktálový podnik. Bratislava: Slovenské centrum produktivity, 2000, s. 208.
ISBN 80-968324-1-7

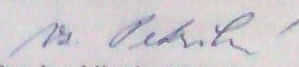
Sixta, J. - Mačát, V.: *Logistika*. Brno: CP Books a.s., 2005, s. 315. ISBN 80-251-0573-3
Tuzemské a zahraniční časopisy
www.ipaslovakia.sk

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant bakalářské práce: Ing. Tomáš Kloud




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry


Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 1. března 2011

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedeném lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci 20. května 2011

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou vyjádřil dík majitelům firmy Údržba s. r. o. za poskytnutí tématu bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině za poskytnutou podporu. Zvláštní poděkování patří panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi a panu Ing. Tomáši Kloudovi za konzultace bakalářské práce.

**TÉMA: USPOŘÁDÁNÍ OPRAVÁRENSKÉ DÍLNY PRO REALIZACI
PROJEKTU „REKONSTRUKCE PŘEVODOVÝCH SKŘÍNÍ“**

ANOTACE: Práce se zabývá návrhem nového layoutu pro plánovanou zakázku rekonstrukce převodových skříní. Dále se zabývá určením počtu pracovníků potřebných ke splnění zakázky. K analýze stávající výroby byl použit spaghetti diagram a časové náměry. Na základě těchto podkladů bylo navrženo nové uspořádání dílny a počty pracovníků potřebných pro realizaci zakázky.

**THEME : THE LAYOUT OF THE MAINTENANCE WORKSHOP FOR
THE REALIZATION OF THE PROJECT „GEARBOXES
RECONSTRUCTION“**

ANOTATION: The thesis deals with a design for a new layout of the workshop for the planned order for the gearboxes reconstruction. Furthermore it deals with determining of the number of workers needed for realization of this order. There are used a spaghetti diagram and time schedule for the analysis of the existing production. Based on these facts, it is designed a new layout of the workshop and the number of workers needed for realization of the order.

Desetinné třídění :

Klíčová slova : PŘEVODOVÁ SKŘÍŇ, LAYOUT, REKONSTRUKCE

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2011

Archivní označení zprávy:

Počet stran : 44

Počet příloh : 19

Počet obrázků : 14

Počet tabulek : 2

Počet modelů nebo jiných příloh : 0

OBSAH

Seznam symbolů a zkratek	8
Úvod	9
1. Teoretická část	10
1. 1. Metoda DMAIC.....	10
1. 2. Plýtvání	11
1. 3. Spaghetti diagram	15
1. 4. Návrh počtu pracovníků.....	16
2. Definování projektu.....	17
2. 1. Firma Údržba, s. r. o.	17
2. 2. Převodová skříň	18
2. 3. Postup zpracování projektu	18
3. Analýza a měření.....	19
3. 1. Výkresové podklady	19
3. 2. Dílna.....	19
3. 2. 1. Frézařské pracoviště (pozice 4B).....	20
3. 2. 2. Skladovací plocha (pozice 5B)	21
3. 2. 3. Ruční pracoviště (pozice 6B).....	21
3. 2. 4. Vrtání, broušení, mytí	21
3. 2. 5. Soustružnické pracoviště (pozice 2B)	21
3. 2. 6. Skladovací a parkovací plocha (pozice 3B)	22
3. 2. 7. Montážní pracoviště (pozice 2A).....	22
3. 2. 8. Pracoviště přípravy materiálu (pozice 3A).....	23
3. 2. 9. Skladovací plocha elektroúdržby (pozice 4A).....	23
3. 2. 10. Elektroúdržba (pozice 1A).....	23
3. 3. Nástrojárna	23
3. 4. Měření	24

3. 4. 1. Skříň	25
3. 4. 2. Vstupní hřídel	27
3. 4. 3. Výstupní hřídel	27
3. 4. 4. První předlohový hřídel.....	28
3. 4. 5. Druhý předlohový hřídel	28
3. 4. 6. První ozubené kolo.....	28
3. 4. 7. Druhé ozubené kolo	29
3. 4. 8. Třetí ozubené kolo	29
3. 5. Analýza	30
3. 6. Zpracování naměřených výsledků	30
4. Návrh zlepšení.....	31
4. 1. Návrh layoutů	32
4. 1. 1. První varianta.....	33
4. 1. 2. Druhá varianta.....	35
4. 1. 3. Třetí varianta.....	38
4. 2. Volba layoutu	40
4. 3. Návrh počtu pracovníků.....	40
4. 3. 1. Nový sled operací	41
4. 3. 2. Výpočet počtu pracovníků.....	42
Závěr.....	43
Literatura:	44
Příloha.....	45
Seznam příloh	46

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

PDCA ... Plan, Do, Check, Act (Plán, Provedení, Kontrola, Akce).

DMAIC ... Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Definování, Měření, Analyzování, Zlepšení, Řízení)

s. r. o. ... společnost s ručením omezeným

a. s. ... akciová společnost

p ... počet paletových pozic

\check{s}_{PAL} ... šířka palety

\check{s}_M ... součet šířek mezer po obou stranách palety

p_p ... počet pracovníků

\check{c}_N ... časová náročnost zakázky

K ... kadence (kusů/týden)

h ... počet hodin ve směně

s ... směnost

d ... počet pracovních dní v týdnu

ÚVOD

Firma Údržba, s. r. o., která vykonává v Libereckém kraji především práce údržbářského charakteru, by do budoucna ráda rozšířila své služby v oblasti rekonstrukce převodových skříní. Očekává zakázky v minimálním počtu 240 kusů na rekonstrukci převodové skříně PV 665 pro mostový jeřáb o nosnosti 12,5 t. Zakázka bude uskutečňována ve stávajících pronajatých prostorách pomocí současného strojního vybavení. Očekává se výroba dvou kusů týdně. Provádění zakázek by nemělo omezovat současnou opravářenskou činnost.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem nového uspořádání údržbářské dílny pro realizaci projektu „Rekonstrukce převodových skříní“ a návrhem optimálního počtu pracovníků pro plánovanou zakázku. Firmou byly dodány výkresy převodové skříně a haly. Práce je zpracována pomocí metodiky DMAIC.

1. TEORETICKÁ ČÁST

V této kapitole bude popsán způsob zpracování projektu pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství.

1. 1. METODA DMAIC

Tato metoda patří k modelu řízení Six Sigma a vychází z metody PDCA, jejímž zakladatelem byl W. Edwards Deming. *Metoda PDCA* se skládá z částí Plán, Provedení, Kontrola, Akce (Plan, Do, Check, Act).

Plán – zhodnocení současného stavu, nalezení problémů, hledání hlavních příčin, návrh řešení a plánování provedení řešení

Provedení – zkouška navrhovaného řešení

Kontrola – zhodnocení zkoušky, posouzení, zda bylo dosaženo plánovaného výsledku, jestliže nebylo dosaženo plánovaného výsledku, najdeme příčiny neúspěchu a budeme se je snažit odstranit

Akce – na základě vyzkoušeného, zhodnoceného řešení rozpracujeme konečné řešení

Metoda DMAIC (čte se jako „dýmejk“) se na rozdíl od metody PDCA skládá z pěti bodů a to Definice, Měření, Analýza, Zlepšení, Řízení (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). DMAIC se zabývá snahou o zlepšení procesů.

Definice

Představí se zákazník a jeho cíle, které jsou od projektu očekávány. Sesbírají se současná data týkající se projektu. Sestaví se časový plán projektu a definují se dílčí cíle. Určí se hlavní cíl a prostředky, kterými budeme měřit dosažení dílčích i konečného cíle. V neposlední řadě se také sestavuje tým řešitelů, který se seznámí s fakty.

Měření

V této fázi se získávají informace o procesu jeho přímým měřením a pozorováním. Proces se mapuje detailněji než ve fázi definice. U získaných dat se ověřuje jejich platnost a pravdivost. Definují se metody sběru dat a objem sbíraných dat.

Definují se ukazatele podle cíle projektu (Paretovy diagramy, Mapa hodnoty času, průběhové diagramy).

Analýza

Při analýze hledáme místa pro zlepšení, hledáme příčiny problémů, snažíme se najít odpovědi na otázky. Ověřujeme, zda se nezměnily cíle projektu. Zpracováváme naměřené výsledky.

Zlepšení

Cílem je provést změny v procesu, které zlepší projekt a povedou k dosažení cílů požadovaných zákazníkem. Plánuje se implementace řešení. Vybírá se varianta řešení.

Řízení

Proces se standardizuje. Provádí se opatření proti návratu ke starým zvykům. Získané poznatky se předávají dalším pracovníkům.

Podrobnosti týkající se metody DMAIC se nachází v literatuře [2], [4], [6], [7], [8].

1. 2. PLÝTVÁNÍ

Plýtvání jsou části výrobního procesu, které nepřidávají hodnotu. Některé části procesu, které nepřidávají hodnotu, jsou nezbytné. Například upnutí polotovaru do sklíčidla u soustruhu. Naší snahou by mělo být zkrátit tento čas na nejmenší možnou míru, například tím, že polotovar umístíme co možná nejblíže k soustruhu. Obecně rozeznáváme sedm druhů plýtvání.

Podrobnosti ohledně plýtvání se nachází v literatuře [1], [4], [5], [8].

Druhy plýtvání:

Nadvýroba

Firma vyrábí položky, které nikdo neobjednal, což vyvolává ztráty v podobě skladovacích nákladů, blokování kapitálu a přezaměstnanosti.



Obr.: 1.1 Nadvýroba¹

Čekání (disponibilní čas)

Vzniká při čekání na další krok zpracovatelského procesu, součást, dodávku, atd. Vzniká také u automatizovaných zařízení, kdy pracovníci čekají na to, až stroj zpracuje výrobek.



Obr.: 1.2 Čekání¹

Doprava nebo přemísťování

Doprava nebo přemísťování, které nejsou nezbytné, jsou ztráty. Pracoviště procesu jsou například rozložena daleko od sebe, což vede k neefektivní přepravě produktů.



Obr.: 1.3 Přemísťování¹

¹ http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=19&sub_id=51&pos=1

Nadměrné či nepřesné zpracování

Výrobek je vyroben s větší přesností, než očekával zákazník, nebo dochází ke snížení přesnosti výrobku.



Obr 1.4 Nadměrné zpracování¹

Nadbytečné zásoby

Nadbytečné zásoby na sebe váží kapitál, který by mohl být využit jinde. Zabírají prostor, který by mohl být využit například pro výrobu. Dále prodlužují průběžnou dobu výroby a mohou zakrývat problémy jako nevyváženost výroby, vady, prostoje zařízení.



Obr.: 1.5 Nadbytečné zásoby¹

Zbytečné pohyby

To jsou pohyby, které pracovník musí vykonávat například při hledání náradí, dílů, skládání dílů na sebe, či natahování se pro díly.



Obr.: 1.6 Zbytečné pohyby¹

¹ http://www.centrupi.eu/Default.aspx?id=19&sub_id=51&pos=1

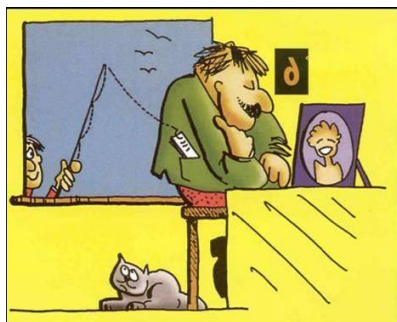
Vady

Výroba nepřesných či vadných dělů a jejich opravy, vyřazení z výroby (neopravitelné zmetky) vedou k ztrátám.



Obr.: 1.7 Vady¹

Dalším druhem plýtvání může být například nevyužitý potenciál zaměstnanců, to znamená jejich nápady, možnosti sebezdokonalování, atd.



Obr.: 1.8 Nevyužitý potenciál¹

¹ http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=19&sub_id=51&pos=1

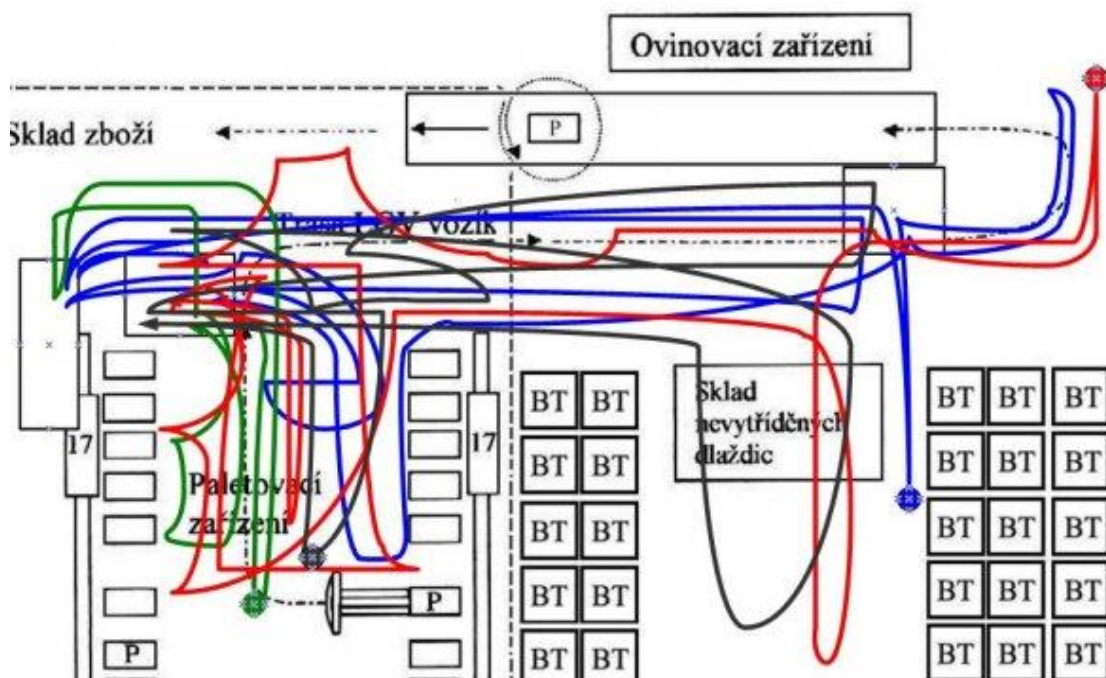
1. 3. SPAGHETTI DIAGRAM

Spaghetti diagram zachycuje pohyb dílu nebo pracovníka po pracovišti v určeném časovém období. Slouží například jako podklad pro vytvoření nového layoutu, protože jsou na něm vidět zbytečně nachozené vzdálenosti.

Podrobnosti ohledně spaghetti diagramu se nacházejí v literatuře [5], [8].

Postup vytvoření diagramu:

- Verifikace a validace současných layoutů
- Zjištění pracovišť účastníků se procesu
- Vyznačení tras pohybu sledovaných výrobků / pracovníků do layoutu, lze použít barvy k odlišení tras jednotlivých sledovaných výrobků / pracovníků



Obr.: 1.9 Spaghetti diagram²

² <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>

1. 4. NÁVRH POČTU PRACOVNÍKŮ

Při plánování nové výroby je zapotřebí navrhnout počet pracovníků, kteří budou pracovat na zakázce. Počet pracovníků se vypočítá dle vzorce:

$$p_p = \frac{\check{c}_N \cdot K}{h \cdot s \cdot d} \quad (1)$$

p_p ... počet pracovníků

\check{c}_N ... časová náročnost zakázky

K ... kadence (kusů/týden)

h ... počet hodin ve směně

s ... směnost

d ... počet pracovních dní v týdnu

Počet pracovníků vypočítaný pomocí vzorce 1 zaokrouhlíme směrem nahoru na celé číslo. Výpočet pomocí tohoto vzorce nebere ohled na kvalifikaci pracovníků, proto se může stát, že bude pro výrobu třeba více pracovníků.

2. DEFINOVÁNÍ PROJEKTU

2. 1. FIRMA ÚDRŽBA, S. R. O.

Vznik firmy Údržba, s. r. o. se datuje do 2. poloviny roku 1996. Tohoto roku vstoupila do firmy Vagonka německá společnost DWA, která ve svém plánu měla jen činnost výrobní, a proto se začala zbavovat pomocných provozů.

Umístění provozovny zůstalo ve stávajících prostorách podniku Vagonka a z nájemné plochy je placen nájem stávajícímu majiteli, kterým je v současné době Bombardier, a. s.

Zpočátku byla firma zaměřena na opravy elektrických svářecích poloautomatů a působilo v ní devět zaměstnanců. Postupně však byly přebírány další opravárenské celky a v roce 2004 měla firma 46 zaměstnanců. Produkce firmy je spíše kusová výroba.

Hlavní pracovní doba ve firmě je stanovena na 7,5 hodiny, tj. od 6:00 do 14:00 s půlhodinovou přestávkou na oběd. Pro zajištění oprav ve firmě Bombardier je stanovena odpolední směna a držena hotovost v nočních hodinách.

V konečné fázi byla Údržba, s. r. o. rozdělena na tři hlavní celky podle činností, a to na: zámečníky, elektrikáře a stavební údržbu, ve které působí truhláři, klempíři a sklenář.

Pro manipulaci s materiálem jsou v prostorách dílny instalovány ramenové otočné jeřáby o nosnostech 0,25 t až 0,8 t a mostový 5 t jeřáb. Pro manipulaci s přepravou břemen po pozemních komunikacích je firma vybavena traktorem ZETOR 8111 s valníkem, malým víceúčelovým nákladním automobilem M25, vozidlem Peugeot Partner a vysokozdvíhnými vozíky typu DV 1792, GT 35, DESTA.

2. 2. PŘEVODOVÁ SKŘÍŇ

Tento typ převodové skříně, nesoucí označení PV 665, byl vyráběn v 70. letech na východním Slovensku ve městě Snina národním podnikem Vihorlat. Skříň byla dodávána pro mostové jeřáby s nosností do 12,5 t. Skříň je umístěna na jeřábové kočce a slouží k redukci otáček mezi elektromotorem a bubnem navijáku lana.

Hmotnost skříně je 563 kg. Na výšku má 515 mm, maximální délka činí 1125 mm a šířka včetně konců vystupujících hřídelů je 625 mm.

V rámci projektu rekonstrukce převodové skříně dojde k vyměnění všech ozubených kol, hřídelů a ložisek za nové a bude proveden nátěr skříně. Kola a hřídele budou vyráběny v rámci možností firmy.

2. 3. POSTUP ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU

- Zaznamenání současného stavu pracoviště.
- Měření manipulačních a přípravních časů pro výrobu převodové skříně, zaznamenání časů výroby. Zaznamenání vzdáleností překonávaných při výrobě.
- Analýza současného stavu.
- Návrh opatření zlepšujících současný stav.
- Návrh možností uspořádání pracoviště (layout).
- Výběr layoutu, na kterém se uskuteční zakázka.
- Návrh počtu pracovníků pro uskutečnění zakázky.

3. ANALÝZA A MĚŘENÍ

3. 1. VÝKRESOVÉ PODKLADY

Plány haly, které byly dodány firmou, byly aktualizovány. Žlutou a zelenou barvou jsou zakresleny skříně a police, modrou barvou kovové příčky, červenou barvou vozíky a palety. Černou barvou je označeno vše ostatní (stroje, stěny, ...), uličky jsou vyznačeny čerchovanou čarou.

3. 2. DÍLNA

Provozovna firmy se nachází v areálu firmy Bombardier. O budovu se firma dělí s nástrojárnou a jedním z provozů Bombardier, a. s.. Dílna se skládá ze dvou neprůchozích hal umístěných vedle sebe. Hned vedle jsou umístěny kanceláře firmy. Mezi halami lze procházet 80 cm širokými dveřmi, což vylučuje přímou možnost přesunu výrobků mezi halami.

V jižní hale, pozice B, se nachází obráběcí stroje a ruční pracoviště. Je zde také umístěno pracoviště mistra, které není zakresleno na plánu, protože se jedná o kancelářské prostory, které se nedají použít pro výrobu. Jsou zde umístěna dvě jeřábová ramena, která slouží pro manipulaci s materiálem.

V severní hale, pozice A, je situována přípravná materiálu a montážní pracoviště. Polovina haly je vyhrazena elektroúdržbě. Jedno jeřábové rameno se stará o manipulaci s materiálem a na západní straně je mostový jeřáb o nosnosti 5 t, který slouží k manipulaci s břemeny v montážním prostoru.

3. 2. 2. SKLADOVACÍ PLOCHA (POZICE 5B)

Mezi frézařským pracovištěm a ručním pracovištěm se nachází plocha, která slouží ke skladování výrobků či náhradních dílů. Původně tudy vedla cesta do vedlejší haly, kterou si ale pronajímatel vyžádal zpět.

Díly jsou naskládány na paletách, které jsou volně rozmístěny po zemi. Je zde také umístěna jedna skříň s nářadím. Stůl slouží k montážním a přípravným účelům.

3. 2. 3. RUČNÍ PRACOVIŠTĚ (POZICE 6B)

Toto pracoviště, pozice 6B, slouží pro provádění ručních nástrojařských prací a také slouží jako odpočinková zóna pro zaměstnance. Kolem dokola pracoviště jsou umístěny ponky, ve kterých se nachází ruční nářadí. Uprostřed pracoviště se nalézá stůl se židlemi, u kterého zaměstnanci tráví přestávku na oběd. Velkým oknem sem zvenku dopadá denní světlo. Prostor je oddělen od uličky skříněmi s nářadím.

3. 2. 4. VRTÁNÍ, BROUŠENÍ, MYTÍ

Na pozici 1B je umístěna bruska, lis, vrtačka a mycí linka. Jsou zde také 80 cm široké dveře, které vedou do nástrojárny.

Stoly okolo mycí linky slouží k odkládání umytých a odmaštěných předmětů. Stůl vedle brusky slouží ke skladování příslušenství k brusce.

3. 2. 5. SOUSTRUŽNICKÉ PRACOVIŠTĚ (POZICE 2B)

Vykonávají se zde soustružnické operace, jeho součástí jsou tři soustruhy.

Jsou zde umístěny skříně s příslušenstvím k soustruhům. Jsou zde stoly, které slouží k odkládání výrobků, polotovarů a příslušenství. Z části je pracoviště v dosahu jeřábového ramene o nosnosti 250 kg, které je otočné o 360°.

3. 2. 6. SKLADOVACÍ A PARKOVACÍ PLOCHA (POZICE 3B)

Toto místo slouží jako sklad náhradních dílů. Jsou zde zaparkovány také dva vysokozdvížné vozíky, které slouží k manipulaci s břemeny například v místech haly, která nejsou v dosahu jeřábu. Dále slouží k vykládání přivezeného materiálu z nákladních aut.

U stěny haly se nachází police, ve které je uskladněno příslušenství k vysokozdvížným vozíkům, jako například vazače. Náhradní díly a výrobky zde uskladněné se nalézají na paletách, které jsou volně rozmístěny po zemi. Stoly, které jsou tady umístěny, slouží k přípravě polotovaru, popřípadě k odložení náhradních dílů. Jsou zde rovněž dvě skříně s nářadím. Mezi touto skladovací plochou a soustružnickým pracovištěm vede spojnice mezi halami, která prochází 80 cm širokými dveřmi.

3. 2. 7. MONTÁŽNÍ PRACOVIŠTĚ (POZICE 2A)

Montážní pracoviště je určeno k montáži výrobků, provádí se zde také svařování a nátěr. Vzhledem k objemu zakázek firmy je toto pracoviště stále obsazeno a není zde prostor pro zpracování dalších zakázek.

V montážním prostoru se nachází ohýbačka, která slouží především k úpravě plechů. Dále je zde skříň s nářadím a k dispozici je tady také svářecí souprava. Celý prostor montáže je v dosahu mostového jeřábu o nosnosti 5 t.

Nátěrové hmoty se skladují na okraji uličky, podél stěny elektroúdržby. Ulička končí posuvnými vraty, která vedou do nástrojárny. Vrata jsou uzamčena a celkově se moc nevyužívají.

3. 2. 8. PRACOVÍŠTĚ PŘÍPRAVY MATERIÁLU (POZICE 3A)

Na tomto pracovišti se nachází sklad materiálu. S uskladněným materiálem je možno manipulovat pomocí jeřábového ramene o nosnosti 750 kg, které se může otáčet o 180°. Vedle skladu se nachází pásová pila pro dělení uskladněného materiálu, která je v dosahu jeřábu. Na pracovišti se také nachází nůžky na plech NTM 6,3. Další část pracoviště tvoří drobné strojní vybavení, a to dvoukotočová bruska B4, sloupové vrtačky VS 20.4 a VS 32 a stolní bruska. Okolo pracoviště vede ulička do jižní haly.

3. 2. 9. SKLADOVACÍ PLOCHA ELEKTROÚDRŽBY (POZICE 4A)

Skladovací plocha slouží především pro potřeby elektroúdržby. Skladují se zde CO₂ agregáty po absolvované opravě, je zde také místo pro zaparkování akumulátorového vozíku.

3. 2. 10. ELEKTROÚDRŽBA (POZICE 1A)

Elektroúdržba se zabývá výrobou, opravou a revizí elektrozařízení. Na plánovanou zakázku Rekonstrukce převodových skříní má toto pracoviště pramalý vliv, proto se jím tato práce nebude až tak podrobně zabývat.

Největší zakázkou elektroúdržby je v současné době oprava CO₂ agregátů, pro tuto zakázku má dokonce vyhrazený výrobní prostor. Nad prostor pro opravy CO₂ agregátů zasahuje mostový jeřáb, který se zde ovšem nevyužívá, protože není třeba manipulovat s těžkými břemeny.

3. 3. *NÁSTROJÁRNA*

Dílny nástrojárny sousedí s prostory pronajatými firmou. Nástrojárna patří Bombardieru, vyrábí pro ně různé přípravky a další věci. K dispozici jsou zde nejrozumnější obráběcí stroje a například i pece pro tepelnou úpravu výrobků.

Firma Údržba, s. r. o. zapůjčila nástrojárně svislou obrážku HOV 25 se stolem o průměru 500 mm a obrážecí výškou 250 mm. V budoucnu se počítá s přesunem obrážky zpět do pronajatých prostorů firmy.

Nástrojárna je schopna pro zakázku rekonstrukce převodových skříní provádět chemicko-tepelné zpracování ozubených kol a hřídelů. Přístup do dílen nástrojárny je ze západní strany budovy. Mezi severní halou údržby a nástrojárnou jsou vrata, která jsou uzamčená a nevyužívají se, jejich otevření by zkrátilo cestu do nástrojárny.

3. 4. MĚŘENÍ

Data o projektu byla získávána tak, že se nejprve prošel celý proces rekonstrukce převodové skříně a rozdělil se na úseky: Skříň, Vstupní hřídel, Výstupní hřídel, 1. Předlohový hřídel, 2. Předlohový hřídel, 1. Kolo, 2. Kolo, 3. Kolo. Tyto úseky byly následně rozděleny na operace, u kterých byl pomocí stopek získáván čas trvání operací. U obrábění a u tepelného zpracování byly firmou dodány výrobní časy. Do operace „Přeložení výrobku“ jsou započítány i časy na úklid použitých nástrojů a upínacího nářadí.

Dále bylo měřeno, jakou vzdálenost urazí výrobky během výrobního procesu. Výjimkou je skříň, u které bylo měřeno, jakou vzdálenost ujde pracovník, který má na starosti její rekonstrukci. Vzniklé trajektorie byly zaznamenávány barevně do spaghetti diagramu, viz Příloha č. 2 – 4.

součástky z víka. Od mycí linky se donesou pomůcky na odmaštění. Odmaštění se provádí ručně pomocí štětce. Po odmaštění se uloží pomůcky a pomocí drátěného kartáče a brusky s drátěným kotoučem se odstraní původní nátěr.

Poté pracovník dojde pro barvy a pomůcky pro nátěr. Vnitřek skříně se natírá oleji odolnou barvou. Vnější barva se volí dle přání zákazníka. Nátěr se několikrát opakuje, při případné manipulaci se skříní se využívá vysokozdvizný vozík.

Po dokončení nátěru se barvy i pomůcky uloží a následuje vložení nových předloh a ostatních součástí převodové skříně. Na závěr se opatrně usadí víko na skřín, utáhnou se šrouby, které drží dohromady skřín a víko a utáhnou se šrouby na ložiskách. Přidělají se ostatní součásti. Skřín se upevní páskami k paletě a je připravena k expedici.

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Sejmutí víka	2	0:05:32
2	Vyjmutí hřídelů a ostatních souč.	6	0:04:12
3	Odstrojení víka	3	0:03:46
4	Donesení pomůcek na odmaštění	28	0:00:50
5	Odmašťování	2	0:08:39
6	Úložení pomůcek na odmaštění	28	0:00:42
7	Odstranění původního nátěru	6	0:15:18
8	Donesení barev	58	0:01:40
9	Nátěr	6	0:06:20
10	Schnutí	0	3:00:00
11	Nátěr	3	0:05:48
12	Schnutí	0	3:00:00
13	Nátěr	5	0:06:43
14	Schnutí	0	3:00:00
15	Nátěr	3	0:03:54
16	Schnutí	0	3:00:00
17	Úklid barev	58	0:01:41
18	Vložení předloh a ost. souč.	5	0:16:35
19	Kompletace převodovky	6	0:12:12
20	Dokončení montáže	3	0:05:21
	Celkem	222	13:39:13

Tab.: 1.1 Skřín

3. 4. 2. VSTUPNÍ HŘÍDEL

Vstupní hřídel se do převodovky vyrábí zcela nový. Nejprve je třeba uříznout z polotovaru o průměru 90 mm kus o délce 564 mm. Polotovar se přeloží ze skladu na pilu pomocí jeřábového ramene. Řezání se provádí na pásové pile. Uříznutý polotovar má hmotnost 28 kg. Zbytek polotovaru se uloží zpět do skladu.

Dále pracovník musí dojít pro vozík, který stojí na pracovišti frézaře, a dovézt ho k pile. Polotovar přeloží na vozík a převezí ho k soustruhu. S polotovarem se u soustruhu manipuluje pomocí jeřábového ramene. Polotovar se upne do soustruhu a připraví se nástroje pro soustružení. Čas soustružení je dán technologickým předpisem. Ze soustruhu se polotovar přeloží na vozík a převezí se k frézce, kde se upne na stůl. Následuje frézování drážky. Poté se převezí k odvalovací frézce, kde se vyrobí ozubení.

Hřídel je třeba z důvodů pevnosti ozubení ještě tepelně zpracovat. Jelikož firma nevlastní kalící pec, musí tuto činnost provádět v kooperaci s nástrojárnou. Od odvalovací frézky se hřídel převezí do nástrojárny, kde se provede kalení. V nástrojárně se také provede broušení ozubení, protože na tuto operaci není firma vybavena.

Hřídel se převezí zpět do Údržby, kde se zbrousí zbytek. Po přebroušení se hřídel převezí ke skříni, kde se na něj nasadí ložiska. Dále stačí hřídel už jen zasadit do skříně. Tabulka s náměry je v příloze č. 6.

3. 4. 3. VÝSTUPNÍ HŘÍDEL

Výstupní hřídel prochází stejnými operacemi jako vstupní hřídel. Liší se pouze v tom, že se na něm neprovádí výroba ozubení, ale provádí se operace vrtání, vyrábí se závit a frézuje se drážkování. V závěru se na něj nasadí ozubené kolo a ložiska.

Polotovar má hmotnost 84 kg, průměr 160 mm a délku 530 mm. Tabulka s náměry je v příloze č. 7.

3. 4. 4. PRVNÍ PŘEDLOHOVÝ HŘÍDEL

Hmotnost polotovaru prvního předlohového hřídele je 21 kg. Jeho průměr je 95 mm a délka 380 mm.

Na hřídeli jsou prováděny operace shodné s vstupním hřídelem. Na závěr se na něj nasadí ozubené kolo a ložiska. Tabulka s náměry je v příloze č. 8.

3. 4. 5. DRUHÝ PŘEDLOHOVÝ HŘÍDEL

Hmotnost polotovaru druhého předlohového hřídele je 60 kg. Jeho průměr je 160 mm a délka 380 mm.

Operace prováděné při výrobě hřídele jsou shodné s vstupním hřídelem. Na závěr se na něj nasadí ozubené kolo a ložiska. Tabulka s náměry je v příloze č. 9.

3. 4. 6. PRVNÍ OZUBENÉ KOLO

Polotovarem pro první kolo je výpalek. Jeho hmotnost je 47 kg, průměr je 275 mm a délka 100 mm.

Polotovar je nejprve třeba převézt ze skladu materiálu k soustruhu a provést soustružení. Po skončení operací na soustruhu se polotovar převezde do nástrojárny, kde se na svislé obrázečce patřící Údržbě provede výroba vnitřních drážek. Odtud putuje polotovar zpět do dílny Údržby na odvalovací frézku. Po vyrobění ozubení se kolo převezde do nástrojárny k provedení kalení. Poté následuje v nástrojárně ještě broušení zubů. Dále se kolo převezde zpět do Údržby a provede se broušení čel, čímž je zakončena výroba ozubeného kola a kolo se převezde na místo montáže. Tabulka s náměry je v příloze č. 10.

3. 4. 7. DRUHÉ OZUBENÉ KOLO

Výroba druhého ozubeného kola je podobná, jako výroba prvního ozubeného kola. Polotovarem je výpalek o rozměrech Ø370 – 110 a o hmotnosti 93 kg. U tohoto kola se navíc dělá ještě na vrtačce odlehčení. Tabulka s náměry je v příloze č. 11.

3. 4. 8. TŘETÍ OZUBENÉ KOLO

Postup výroby třetího ozubeného kola je shodný jako u druhého kola. Polotovarem je odlitek o rozměrech Ø480 – 160 a hmotnosti 110 kg. Tabulka s náměry je v příloze č. 12.

3. 5. ANALÝZA

Je třeba mít na paměti, že firma Údržba, s. r. o. se zabývá kusovou výrobou. Rekonstrukce převodové skříně proto v současné době probíhá tím způsobem, že se součásti rekonstruuují postupně, mnohdy i s odstupem dne, proto jsou u každé součásti samostatné manipulační časy.

Pokud chce firma rekonstruovat dva kusy převodové skříně týdně, je třeba, aby přešla z režimu kusové výroby do režimu malosériové výroby.

3. 6. ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ

Při měření bylo již provedeno částečné zpracování naměřených výsledků, a to součet zaznamenaných vzdáleností a časů u operací prováděných na vyráběných a rekonstruovaných součástech. Tyto součty nalezneme v tabulkách v příloze č. 5 – 12, vždy na poslední řádce.

Celkový součet vzdáleností, které výrobky urazí, je 6 436 m.

Celkový součet všech výrobních a manipulačních časů u všech výrobků, je 124 hodin 56 minut a 47 sekund, což je, v případě, že se bude pracovat 7,5 h denně, po zaokrouhlení, 17 pracovních dní.

4. NÁVRH ZLEPŠENÍ

Jednou z možností zlepšení je zkrátit vzdálenost, kterou výrobky urazí při své výrobě. Zkrácením vzdálenosti také zmenšíme fyzickou námahu pracovníka při přesunu součástí. Taky se tím nepatrně zkrátí manipulační časy, a tudíž i celkový čas na zpracování zakázky. Dále je nutno rozšířit montážní prostory, protože současné uspořádání je nevyhovující z důvodu objemu zpracovávaných zakázek.

Jelikož se přejde z kusové na malosériovou výrobu, je ve výsledku očekáván úbytek celkového množství vykonávaných operací, a tím se také nepatrně zkrátí průběžná doba výroby.

Regál

Jako první krok je nutné odstranit plýtvání plochou, kterou zabírají sklady. Skladované náhradní díly a součástky, které ještě nejsou na paletách, se na palety naloží, případně využijí palety s rámem. Palety se uskladní do regálu, který si firma svépomocí vybuduje. Maximální výšku rámu palety a skladovaných dílů na paletě navrhuji 800 mm dle katalogu firmy Emporo. Jednotlivé police regálu od sebe budou vzdáleny 1000 mm, proto by se tam nevešla paleta s výškou rámu 1000 mm a je nutné zvolit výšku rámu 800 mm. Poslední police musí být umístěna ve výšce 3 m. Toto omezení je dáno dosahem vysokozdvižného vozíku. Regál bude umístěn u stěny.

V současné době je v dílně 13 palet s náhradními díly. Regál bude mít 16 pozic na palety, čímž bude zajištěna rezerva 3 místa do budoucna. Regál bude mít čtyři police. Hloubka polic bude 1200 mm, což je délka palety, šířka police bude vypočítána dle vzorce:

$$\check{s}_{POL} = p \cdot \check{s}_{PAL} + p \cdot \check{s}_M \quad (2)$$

p ... počet paletových pozic

\check{s}_{PAL} ... šířka palety

\check{s}_M ... součet šířek mezer po obou stranách palety

Dosazení do vzorce a výpočet:

$$p = 4$$

$$\check{s}_{PAL} = 800 \text{ mm}$$

$$\check{s}_M = 20 \text{ mm}$$

$$\check{s}_{POL} = 4 \cdot 800 + 4 \cdot 20 = 3280 \text{ mm}$$

Šířka police bude 3280 mm.

Obrážekka

Obrážekka, která byla zapůjčena nástrojárně, se přestěhuje zpět, protože nástrojárna nemá v současné době zakázky pro tento stroj. Údržba ji potřebuje pro zakázku rekonstrukce převodových skříní. Obrážekka bude umístěna na frézarské pracoviště, protože se na ní používají stejné upínací pomůcky jako na frézách a je z hlediska obsluhy podobná frézce. Bude to jediný velký obrábecí stroj, se kterým se bude hýbat, protože stroje stojí na betonovém základu, jehož vybudování trvá tři týdny. Přesunutí více obrábecích strojů by mohlo takto narušit probíhající opravárenskou činnost, což je nežádoucí.

Průchod ze severní dílny se odemkne, což znamená, že nebude nutné při cestě do nástrojárny obcházet celý objekt, a tím se zkrátí vzdálenost procestovaná při výrobě. Pro nátěrové hmoty si firma vyrobí polici, která bude umístěna v blízkosti montážního pracoviště, tím dojde ke zpřehlednění druhů nátěrových hmot. Vozíky na převážení polotovarů se umístí do blízkosti pily, což přinese úsporu času při shánění vozíků.

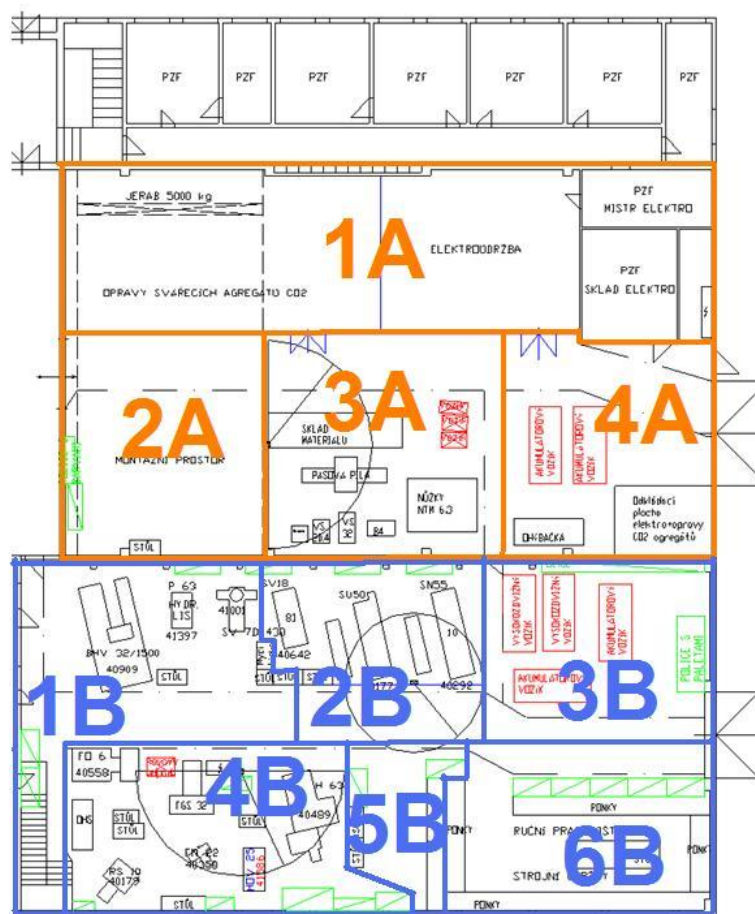
4. 1. NÁVRH LAYOUTŮ

V této podkapitole budou popsány navržené varianty. Na konci popisu každé varianty je hodnocení varianty.

V obou dílnách bude provedeno značení cest. Na základě jednání s firmou bude ulička pro pěší široká 0,8 m a ulička pro ostatní provoz maximálně 2,4 m.

4. 1. 1. PRVNÍ VARIANTA

Návrh první varianty je v příloze č. 13.



Obr.: 4.1 První varianta

Jižní hala (pozice B)

Na frézařské pracoviště, pozice 4B, se přemístí obrážek, důvody pro toto přemístění byly popsány výše. Obrážek se umístí do prostoru vzniklého přemístěním skříní. Do tohoto prostoru se přemístí, protože se tak dostane do dosahu jeřábového ramene, které usnadní manipulaci s polotovary a obrobky. Skříně budou umístěny podél stěny, do prostoru, který nebyl využit.

Palety, které byly umístěny na skladovací ploše, pozice 5B, mezi frézařským a ručním pracovištěm se přesunou do regálu, čímž dojde k uvolnění tohoto prostoru. U kovové stěny sousedící s frézařským pracovištěm budou umístěny dva stoly a skříň, které se původně nacházely na pozici 3B. Tím vznikne v této části haly montážní

a přípravné pracoviště pro malé výrobky. Poslední skříň, která byla předtím umístěna na pozici 3B, bude umístěna na rozhraní tohoto nového montážního pracoviště (pozice 5B) a ručního pracoviště (pozice 6B).

Ruční pracoviště zůstane nezměněno, protože je zde přirozené světlo a toto místo je tudíž vhodné pro odpočinkovou zónu. Soustružnické pracoviště a pracoviště kolem brusky zůstane zachováno.

Palety umístěné na pozici 3B haly se přesunou do regálu. Z původního uspořádání zde zůstane jenom police s příslušenstvím k vysokozdvizným vozíkům, protože vzhledem k jejím rozměrům a konstrukci je to pro ni nejvýhodnější místo. Uvolněná plocha bude vyhrazena pro parkování vysokozdvizných a akumulátorových vozíků. Vedle vrat bude umístěna police s paletami, je to z toho důvodu, aby měl vysokozdvizný vozík místo pro manévrování.

Severní hala (pozice A)

Pracoviště elektroúdržby, pozice 1A, zůstane nezměněno. Na pozici 4A dojde ke zrušení kovové příčky, která zde neměla žádný význam. Umístí se sem ohýbačka, před kterou budou vyhrazena dvě stání pro akumulátorové vozíky. Ohýbačka se sem umístí z montážního prostoru, pozice 2A, tím se zvětší využitelná plocha pro montáž.

Do prostoru přípravy materiálu, pozice 3A, se přesunou ruční vozíky, což je nezbytné z důvodu uvedeného na začátku kapitoly 4. V montážním prostoru bude umístěna police s barvami. Police bude umístěna ke stěně mimo vedení jeřábu, takže nezabere montážní plochu pod jeřábem.

Hodnocení varianty:

Výhody: nenáročná na realizování.

Nevýhody: stále je třeba chodit ven při přepravě dílů mezi halami.

4. 1. 2. DRUHÁ VARIANTA

Návrh druhé varianty je v příloze č. 14.



Obr.: 4.2 Druhá varianta

Tato varianta počítá s vybudováním krytého stání před halou pro akumulátorové vozíky, které mají, na rozdíl od vysokozdvíhových, uzamykatelnou kabinu (pozice 1C). Tímto krokem se zvýší využitelná plocha v halách.

Mezi severní (pozice A) a jižní (pozice B) halou se probourá stěna. Tímto místem povede cesta spojující obě haly, pozice 2C, to znamená, že při převozu součástí mezi halami se už nemusí chodit ven, což bude mít v zimě příznivý vliv na zaměstnance i na náklady na teplo a zkrátí se manipulační časy. Cesta bude dost široká na to, aby se zde mohly pohybovat vysokozdvíhové i akumulátorové vozíky.

Jižní hala (pozice B)

Pro frézařské pracoviště, pozice 2B, platí to samé, co v první variantě. Odvalovací frézka bude teď navíc v dosahu jeřábového ramene, které bude umístěno vedle brusky, což umožní snazší manipulaci s obrobky. V prostoru mezi frézařským a ručním pracovištěm bude umístěna ohýbačka, tím se uvolní montážní plocha. Ruční pracoviště zůstane nezměněno z důvodu uvedeného v kapitole 4. 1. 1.

Na pozici 6B bude přemístěno pracoviště přípravy materiálu. Výhodou tohoto přemístění je, že pracoviště bude blíže obráběcím strojům, pro které většinou připravuje materiál. Sklad materiálu bude teď blíže k vratům, což znamená, že při naskladňování materiálu ho není nutné převážet daleko. Ruční vozíky budou umístěny na stanovišti přípravy materiálu, což povede k ušetření času při hledání vozíku. Vozíky budou umístěny do dosahu jeřábového ramene, což povede k ulehčení fyzické práce při překládání polotovarů z pily na vozík. Na pozici 6B zůstane i nadále umístěna police. Důvody jsou popsány v kapitole 4.1.1.

Bruska, pozice 1B, bude nyní v dosahu jeřábového ramene, což ulehčí manipulaci s obrobky a polotovary. Mycí linka a dva stoly z tohoto pracoviště budou přemístěny do vedlejší haly na pozici 1A – montáž. Soustružnické pracoviště, pozice 3B, zůstane nezměněno.

Severní hala (pozice A)

Pracoviště oprav svářecích agregátů CO₂ bude přemístěno na pozici 2A. Pracoviště zabere stejnou plochu jako při výchozím stavu. Pracoviště bude od zbytku haly odděleno kovovou stěnou s posuvnými vraty, která tu budou pro případ stěhování rozměrnějšího strojního zařízení na pozice 1A, 3A, které by neprošlo cestou přes jižní halu. Výhodou nového umístění bude, že bude umístěno vedle odkládací plochy pro CO₂ agregáty, ty se tedy nemusí přesouvat přes celou halu, a tím dojde k odstranění manipulace.

Přesunutím pracoviště oprav svářecích agregátů dojde k vytvoření prostoru, který se využije jako montážní pracoviště. Tímto krokem se více jak dvojnásobně zvětší montážní prostor. Mostový jeřáb se nyní může více využít, neboť celá jeho dráha povede nad pracovištěm montáže. Mycí linka se dvěma stoly bude přesunuta na toto

pracoviště a umístěna v dosahu jeřábu, aby se mohly také těžší věci odmašťovat nad mycí linkou, což urychlí odmašťování.

Skříně a stoly, které byly na pozici 6B, se sem přesunou a budou sloužit při montáži. Police s barvami bude umístěna na stejném místě jako v první variantě.

Prostor 3A (původně pracoviště přípravy materiálu) bude využit pro parkování vysokozdvizných vozíků. Ke stěně sem bude umístěn regál s paletami, protože zde bude dostatek prostoru pro manévrování s vysokozdvizným vozíkem.

Hodnocení varianty:

Výhody: výrazně zvětšuje montážní prostor,

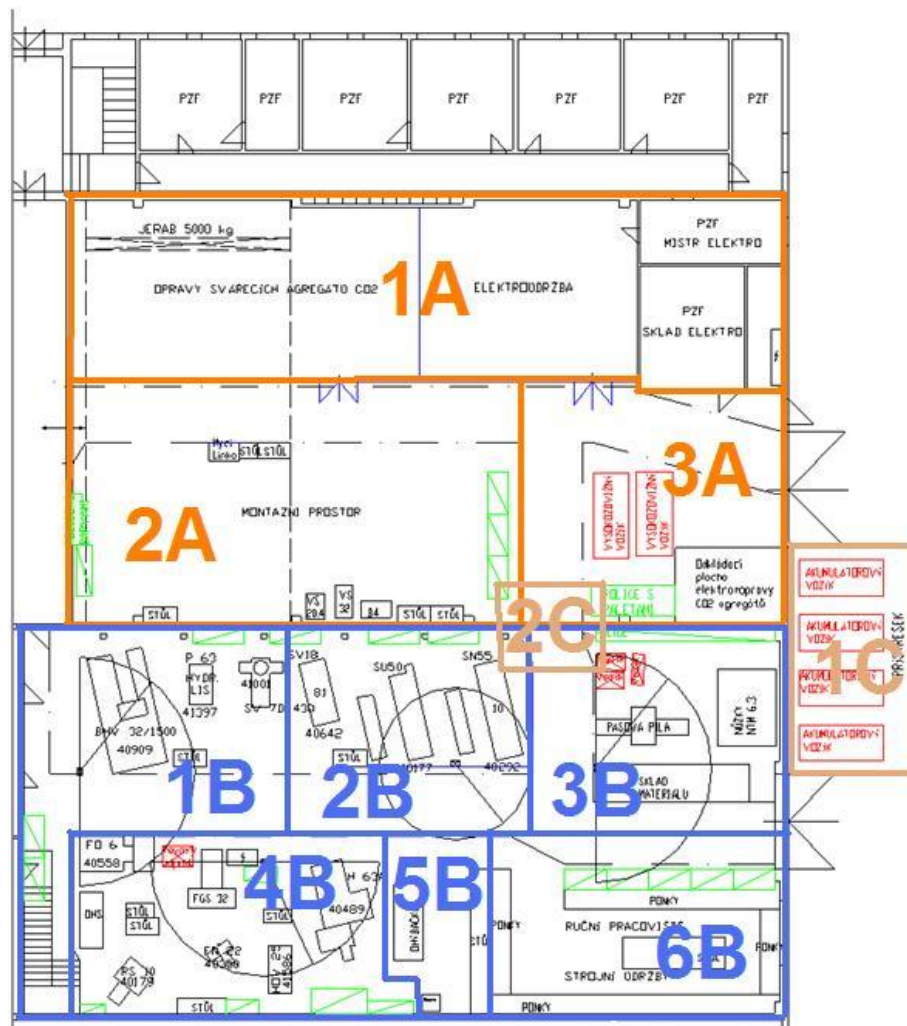
- další jeřábové rameno, které pokrývá brusku a odvalovací frézku,
- přímý přechod mezi halami,
- většina montážního prostoru je pokryta jeřábem.

Nevýhody: časově náročné na realizaci,

- akumulátorové vozíky jsou umístěny venku.

4. 1. 3. TŘETÍ VARIANTA

Návrh třetí varianty je v příloze č. 15.



Obr.: 4.3 Třetí varianta

Tato varianta počítá s tím, že se před halou, pozice 1C, vybuduje kryté stání pro akumulátorové vozíky, které mají, na rozdíl od vysokozdvizných, uzamykatelnou kabinu. Tímto krokem se zvýší využitelná plocha v halách.

Mezi severní a jižní halou bude probouraná stěna. Tímto místem, pozice 2C, povede cesta spojující obě haly, to znamená, že při převozu součástí mezi halami se už nebude muset chodit ven, což bude mít v zimě příznivý vliv na zaměstnance i na náklady na teplo a zkrátí se manipulační časy. Cesta je dost široká na to, aby se zde mohly pohybovat vysokozdvížné i akumulátorové vozíky.

Jižní hala (pozice B)

Na frézařském pracovišti, pozice 4B, bude umístěna obrážek, která se sem z již dříve popsaných důvodů přesune z nástrojárny. Obrážek bude v dosahu jeřábového ramene, což ulehčí případnou manipulaci s obrobky. Skříně, které uvolní místo pro obrážek, budou umístěny u stěny, tak aby v prostoru zabíraly méně místa. Na pozici 5B bude uvolněno místo přesunem palet do paletového regálu. Na toto místo se umístí ohýbačka, která tak uvolní místo na montáži. Bude zde také umístěna malá bruska, která bude sloužit k ostření nástrojů. Toto pracoviště doplní ještě stůl, který bude sloužit pro drobné úpravy výrobků.

U brusky, pozice 1B, bude umístěno jeřábové rameno, které ulehčuje manipulaci s obrobky na brusce a odvalovací frézce. Mycí linka, která stála na pracovišti u brusky, se přesune na montáž, pozice 2A, do dosahu mostového jeřábu, aby bylo možné odmašťovat i těžší součásti. Soustružnické pracoviště zůstane beze změn.

Na pozici 3B bude umístěno pracoviště přípravy materiálu. Palety, které zde byly předtím umístěny, se přesunou do regálu, skříně a stoly se přesunou na montáž. Přesunutím tohoto pracoviště do jižní haly se zvětší montážní plocha. Sklad materiálu bude teď umístěn blíže k vratům, což znamená, že materiál při naskladňování není třeba převážet přes celou halu. Pracoviště přípravy materiálu bude teď také blíže obráběcím stanovištím, pro něž většinou připravuje materiál, tím se ušetří manipulační časy a zkrátí vzdálenost přesunu polotovarů.

Ruční pracoviště, pozice 6B, zůstane beze změn, protože je toto pracoviště používáno také jako odpočinková zóna, pro kterou je toto umístění ideální, protože sem dopadá přirozené světlo.

Severní hala (pozice A)

Pracoviště elektroúdržby, pozice 1A, zůstanou nezměněna. Přípravna materiálu se přemístí do jižní haly, čímž se uvolní místo pro montáž, pozice 2A. Z jižní haly se na tuto část montáže přemístí dva stoly a skříně. Tato plocha nebude pokryta jeřábem, proto bude sloužit pro montáž lehkých výrobků. Původní montážní prostor zůstane zachován, přemístí se do něj mycí linka se dvěma stoly, které budou sloužit na odkládání výrobků před a po odmaštění. Mycí linka bude umístěna v dosahu mostového jeřábu, takže bude

možno odmašťovat i těžké díly, například převodovou skříň při plánované zakázce. Police s barvami bude umístěna taktéž v montážním prostoru u stěny mimo jeřábové vedení, aby nezabírala montážní plochu.

Na pozici 3A zůstane odkládací plocha pro elektroúdržbu. Dále zde bude u stěny umístěn regál na palety, je to z toho důvodu, aby měl vysokozdvizný vozík dostatek prostoru k manévrování. Před regálem budou dvě místa vyhrazená pro stání vozíku.

Hodnocení varianty:

Výhody: zvětšený montážní prostor,

přímý přechod mezi halami,

další jeřábové rameno, které pokrývá brusku a odvalovací frézku,

není nutné zasahovat do pracovišť elektroúdržby.

Nevýhody: akumulátorové vozíky jsou umístěny venku,

je třeba instalovat jeřábová ramena, což je časově náročné.

4. 2. VOLBA LAYOUTU

Na základě navržených variant byla po konzultaci se zástupcem firmy vybrána k realizaci třetí varianta, protože má tyto výhody:

- zvětšený montážní prostor
- přímý přechod mezi halami
- jeřábové rameno obsluhující brusku a odvalovací frézku
- nezasahuje se do pracovišť údržby

4. 3. NÁVRH POČTU PRACOVNÍKŮ

Aby bylo možno navrhnout počet pracovníků, je třeba nejprve provést úpravu sledu operací. Tímto krokem se přejde od kusové výroby k sériové výrobě.

4. 3. 1. NOVÝ SLED OPERACÍ

Součásti se nebudou přesouvat mezi pracovišti po kusech, ale budou se přepravovat po dávkách. První dávka budou všechny hřídele z jedné převodové skříně, druhá dávka budou všechna ozubená kola z jedné převodové skříně. Hřídele a kola nelze přepravovat společně z hmotnostních a rozměrových důvodů. Tím, že se součásti budou přesunovat po dávkách, dojde k úbytku manipulační činnosti, a tím i k časové úspoře.

Dále bude upraven layout, což povede ke zkrácení manipulačních časů a vzdáleností u některých operací. Pohyb dávek ve výrobě je zakreslen ve spaghetti diagramu v příloze č. 16.

Tabulka s novým sledem operací pro hřídele je umístěna v příloze č. 17, pro kola v příloze č. 18. V tabulce pro skříně se nemění sled operací, ale mění se vzdálenosti a manipulační časy. Tabulka pro skříně je uvedena v příloze č. 19.

V tabulkách s novým sledem operací je vždy na poslední řádku uvedena celková vzdálenost a celkový čas výroby. Sečtením všech těchto údajů se získá celková vzdálenost překonávaná při výrobě a celkový čas výroby jednoho kusu skříně.

Celkový součet vzdáleností při výrobě bude 533 m.

Celková časová náročnost na kapacity je 101 hodin 36 minut a 4 sekundy. Pokud se od tohoto údaje odečtou časy operací, které probíhají mimo firmu, vyjde časová náročnost zpracování zakázky ve firmě, která se použije při výpočtu počtu pracovníků. Časová náročnost zpracování zakázky ve firmě je 84 hodin 6 minut a 4 sekundy.

Porovnání údajů

Pokud mezi sebou srovnají údaje ze starého a nového uspořádání, vyjde:

	Staré uspořádání	Nové uspořádání	Úspora
Vzdálenost	6 436 m	533 m	5 903 m
Čas	124:56:47	101:36:04	23:20:43

Tab.: 5.1 Srovnání hodnot

Úspora vzdálenosti a času je dána především tím, že se přešlo od kusové výroby k sériové, proto jsou úspory tak velké.

4. 3. 2. VÝPOČET POČTU PRACOVNÍKŮ

Výpočet bude proveden dosazením do vzorce 1:

$$p_p = \frac{\check{c}_N \cdot K}{h \cdot s \cdot d} = \frac{84,1 \cdot 2}{7,5 \cdot 1 \cdot 5} = 4,49 \text{ pracovníků}$$

$$\check{c}_N = 84,1 \text{ h}$$

$$K = 2 \text{ kusů/týden}$$

$$h = 7,5 \text{ h}$$

$$s = 1$$

$$d = 5 \text{ dní}$$

Po zaokrouhlení na celé číslo směrem nahoru vychází, že pro realizaci zakázky je zapotřebí 5 pracovníků.

ZÁVĚR

Práce se zabývá návrhem layoutů pro opravárenskou dílnu. Dále se zabývá určením počtu pracovníků potřebných pro zpracování zakázky „Rekonstrukce převodových skříní“.

Byly navrženy tři layouty, z nichž byl po konzultaci se zástupcem firmy jeden vybrán pro realizaci. Výhody nového layoutu oproti původnímu jsou:

- zvětšený montážní prostor
- přímý přechod mezi halami
- jeřábové rameno obsluhující brusku a odvalovací frézku
- nezasahuje se do pracovišť údržby.

Při zpracování této zakázky je třeba, aby firma přešla od kusové výroby k malosériové výrobě, díly se budou přesouvat mezi pracovišti po dávkách, což vede k úbytku manipulačních časů. Použití nového layoutu vede ke zkrácení některých vzdáleností a ke zkrácení manipulačních časů.

Použitím nového layoutu a zrušením vybraných manipulací se zkrátily vzdálenosti při výrobě o 5 903 m. Dále se použitím nového layoutu a zrušením některých manipulací zkrátil čas oproti původní výrobě o 23 hodin a 20 minut.

Pro zpracovávání zakázky bude třeba pět pracovníků.

Cíle bakalářské práce byly splněny. Byl navržen nový layout a byl stanovený počet pracovníků pro zakázku.

LITERATURA:

- [1] CPI - centrum průmyslového inženýrství [online]. 2010 [cit. 2011-05-02]. Plýtvání. Dostupné z WWW: <<http://www.centrumpi.eu>>.
- [2] GEORGE, Mike; ROWLANDS, Dave; KASTLE, Bill. *Co je Lean Six Sigma?*. vyd. 1. Brno : SC&C Partner, 2005. 94 s. ISBN 80-239-5172-6.
- [3] LÍBAL, Vladimír a kol. *Organizace a řízení výroby*. Praha : SNTL, 1989. 600 s. ISBN 80-03-00050-5.
- [4] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota : 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1 (dotisk). Praha : Management Press, 2010. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [5] PAVELKA, Marcel. Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství. In *Naše články - API* [online]. [s.l.] : [s.n.], 01.01.2009 [cit. 2011-05-02]. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>>.
- [6] STAUDTER, Christian, et al. *Design for Six Sigma + Lean Toolset*. Frankfurt : Springer, 2009. 374 s. ISBN 978-3-540-89513-8.
- [7] TÖPFER, Armin a kol. *Six sigma : Koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Vyd. 1. Brno : Computer Press, 2008. 508 s. ISBN 978-80-251-1766-8.
- [8] VAVRUŠKA, KOBLASA, MANLIG, Přednášky z předmětu Průmyslové inženýrství. KVS FS TUL 2010

PŘÍLOHA

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Současné uspořádání dílny

Příloha č. 2 – Spaghetti diagram – skříň

Příloha č. 3 – Spaghetti diagram – hřídele

Příloha č. 4 – Spaghetti diagram – ozubená kola

Příloha č. 5 – Skříň

Příloha č. 6 – Vstupní hřídel

Příloha č. 7 – Výstupní hřídel

Příloha č. 8 – První předloha

Příloha č. 9 – Druhá předloha

Příloha č. 10 – První kolo

Příloha č. 11 – Druhé kolo

Příloha č. 12 – Třetí kolo

Příloha č. 13 – První varianta

Příloha č. 14 – Druhá varianta

Příloha č. 15 – Třetí varianta

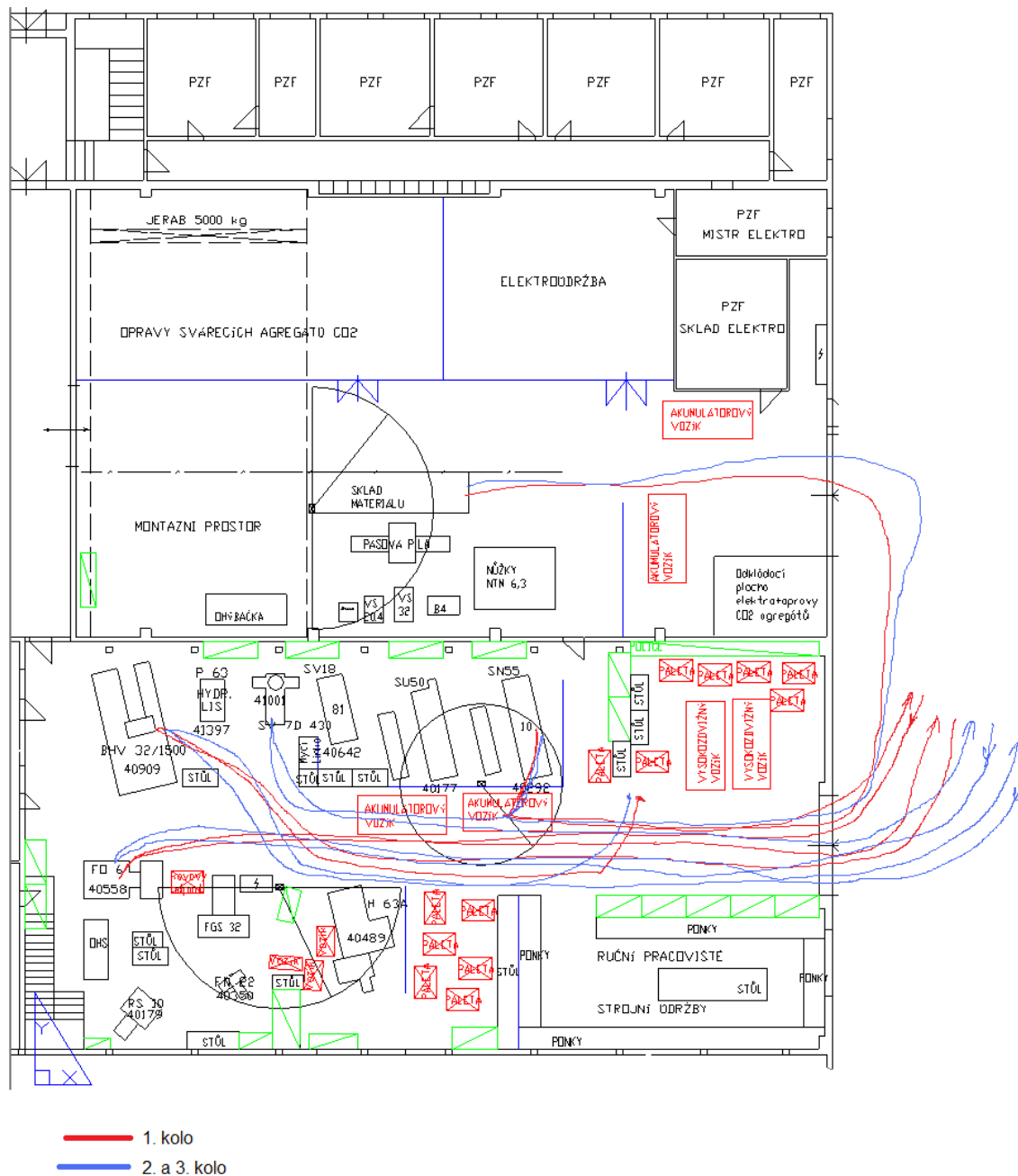
Příloha č. 16 – Spaghetti diagram nového uspořádání

Příloha č. 17 – Nová výroba hřídelů

Příloha č. 18 – Nová výroba ozubených kol

Příloha č. 19 – Nová rekonstrukce převodové skříně

PŘÍLOHA Č. 4 – SPAGHETTI DIAGRAM – OZUBENÁ KOLA



PŘÍLOHA Č. 5 – SKŘÍŇ

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Sejmutí víka	2	0:05:32
2	Vyjmutí hřidelů a ostatních souč.	6	0:04:12
3	Odstrojení víka	3	0:03:46
4	Donesení pomůcek na odmaštění	28	0:00:50
5	Odmašťování	2	0:08:39
6	Úložení pomůcek na odmaštění	28	0:00:42
7	Odstranění původního nátěru	6	0:15:18
8	Donesení barev	58	0:01:40
9	Nátěr	6	0:06:20
10	Schnutí	0	3:00:00
11	Nátěr	3	0:05:48
12	Schnutí	0	3:00:00
13	Nátěr	5	0:06:43
14	Schnutí	0	3:00:00
15	Nátěr	3	0:03:54
16	Schnutí	0	3:00:00
17	Úklid barev	58	0:01:41
18	Vložení předloh a ost. souč.	5	0:16:35
19	Kompletace převodovky	6	0:12:12
20	Dokončení montáže	3	0:05:21
	Celkem	222	13:39:13

PŘÍLOHA Č 6 – VSTUPNÍ HŘÍDEL

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Příprava na uříznutí polotovaru	2	0:01:38
2	Řezání polotovaru	0	0:04:20
3	Úklid zbytku polotovaru	2	0:01:15
4	Přivezení vozíku	0	0:02:48
5	Přeložení polotovaru	2	0:00:11
6	Převoz polotovaru k soustruhu	52	0:01:28
7	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:11:12
8	Soustružení	0	4:45:00
9	Přeložení polotovaru na vozík a převoz k frézce	16	0:02:31
10	Příprava k frézování drážky	2	0:06:12
11	Frézování drážky	0	0:24:00
12	Přeložení polotovaru a převoz k odvalovací frézce	5	0:03:23
13	Příprava k frézování ozubení	2	0:10:45
14	Frézování ozubení	0	2:15:00
15	Přeložení polotovaru a převoz ke kalení a broušení zubů	283	0:12:14
16	Kalení	0	4:00:00
17	Broušení zubů	0	0:45:00
18	Převoz na broušení průměrů	284	0:07:32
19	Příprava k broušení	3	0:05:20
20	Broušení průměrů	0	1:30:00
21	Přeložení a převoz na montáž	18	0:05:33
22	Nasazení ložisek	1	0:03:25
	Celkem	677	14:58:47

PŘÍLOHA Č. 7 – VÝSTUPNÍ HŘÍDEL

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Příprava na uříznutí polotovaru	2	0:01:38
2	Řezání polotovaru	0	0:04:20
3	Úklid zbytku polotovaru	2	0:01:15
4	Přivezení vozíku	0	0:02:48
5	Přeložení polotovaru	2	0:00:11
6	Převoz polotovaru k soustruhu	52	0:01:28
7	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:11:12
8	Soustružení	0	4:45:00
9	Přeložení polotovaru na vozík a převoz k frézce	16	0:02:31
10	Příprava k frézování drážky	2	0:06:12
11	Frézování drážky	0	0:24:00
12	Přeložení polotovaru a převoz k odvalovací frézce	5	0:03:23
13	Příprava k frézování ozubení	2	0:10:45
14	Frézování ozubení	0	2:15:00
15	Přeložení polotovaru a převoz ke kalení a broušení zubů	283	0:12:14
16	Kalení	0	4:00:00
17	Broušení zubů	0	0:45:00
18	Převoz na broušení průměrů	284	0:07:32
19	Příprava k broušení	3	0:05:20
20	Broušení průměrů	0	1:30:00
21	Přeložení a převoz na montáž	18	0:05:33
22	Nasazení ložisek	1	0:03:25
	Celkem	677	14:58:47

PŘÍLOHA Č. 8 – PRVNÍ PŘEDLOHA

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Příprava na uříznutí polotovaru	2	0:01:45
2	Řezání polotovaru	0	0:05:01
3	Úklid zbytku polotovaru	2	0:01:20
4	Přivezení vozíku	0	0:02:48
5	Přeložení polotovaru	2	0:00:10
6	Převoz polotovaru k soustruhu	52	0:02:28
7	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:11:06
8	Soustružení	0	4:00:00
9	Přeložení polotovaru na vozík a převoz k frézce	16	0:04:28
10	Příprava k frézování drážek	2	0:10:24
11	Frézování drážek	0	2:00:00
12	Přeložení polotovaru a převoz k odvalovací frézce	5	0:02:45
13	Příprava k frézování ozubení	2	0:11:02
14	Frézování ozubení	0	2:15:00
15	Přeložení polotovaru a převoz ke kalení a broušení zubů	283	0:12:36
16	Kalení	0	4:00:00
17	Broušení zubů	0	0:45:00
18	Převoz na broušení průměrů	284	0:07:32
19	Příprava k broušení	2	0:05:13
20	Broušení průměrů	0	1:30:00
21	Přeložení a převoz na montáž	18	0:03:32
22	Nasazení ložisek a kola	1	0:04:02
	Celkem	676	15:56:12

PŘÍLOHA Č. 9 – DRUHÁ PŘEDLOHA

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Příprava na uříznutí polotovaru	2	0:01:56
2	Řezání polotovaru	0	0:07:34
3	Úklid zbytku polotovaru	2	0:01:36
4	Přivezení vozíku	0	0:02:48
5	Přeložení polotovaru	2	0:00:44
6	Převoz polotovaru k soustruhu	52	0:02:28
7	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:15:13
8	Soustružení	0	4:30:00
9	Přeložení polotovaru na vozík a převoz k frézce	16	0:07:02
10	Příprava k frézování drážek	2	0:05:56
11	Frézování drážek	0	0:45:00
12	Přeložení polotovaru a převoz k odvalovací frézce	5	0:04:13
13	Příprava k frézování ozubení	2	0:11:32
14	Frézování ozubení	0	3:00:00
15	Přeložení polotovaru a převoz ke kalení a broušení	283	0:12:12
16	Kalení	0	4:00:00
17	Broušení zubů	0	1:00:00
18	Převoz na broušení průměrů	284	0:07:32
19	Příprava k broušení	2	0:05:48
20	Broušení průměrů	0	1:30:00
21	Přeložení a převoz na montáž	18	0:04:19
22	Nasazení ložisek	1	0:05:26
	Celkem	676	16:21:19

PŘÍLOHA Č. 10 – PRVNÍ KOLO

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Dovezení materiálu ze skladu	44	0:03:02
2	Příprava na soustružení	3	0:05:46
3	Soustružení	0	2:00:00
4	Přeložení polotovaru	3	0:03:47
5	Převoz polotovaru k obrážece	261	0:04:23
6	Příprava na obrázení	2	0:05:00
7	Obrázení	0	2:00:00
8	Přeložení polotovaru	2	0:03:23
9	Převoz polotovaru k odvalovací frézce	273	0:07:14
10	Příprava na výrobu ozubení	2	0:06:21
11	Výroba ozubení	0	2:00:00
12	Přeložení polotovaru	2	0:03:00
13	Převoz polotovaru ke kalení a broušení zubů	270	0:07:26
14	Kalení	0	4:00:00
15	Broušení zubů	0	1:30:00
16	Převoz k brusce	272	0:07:16
17	Příprava na broušení	2	0:04:21
18	Broušení čel	0	0:30:00
19	Přeložení kola	2	0:03:27
20	Převoz na montáž	18	0:01:11
	Celkem	1156	13:05:37

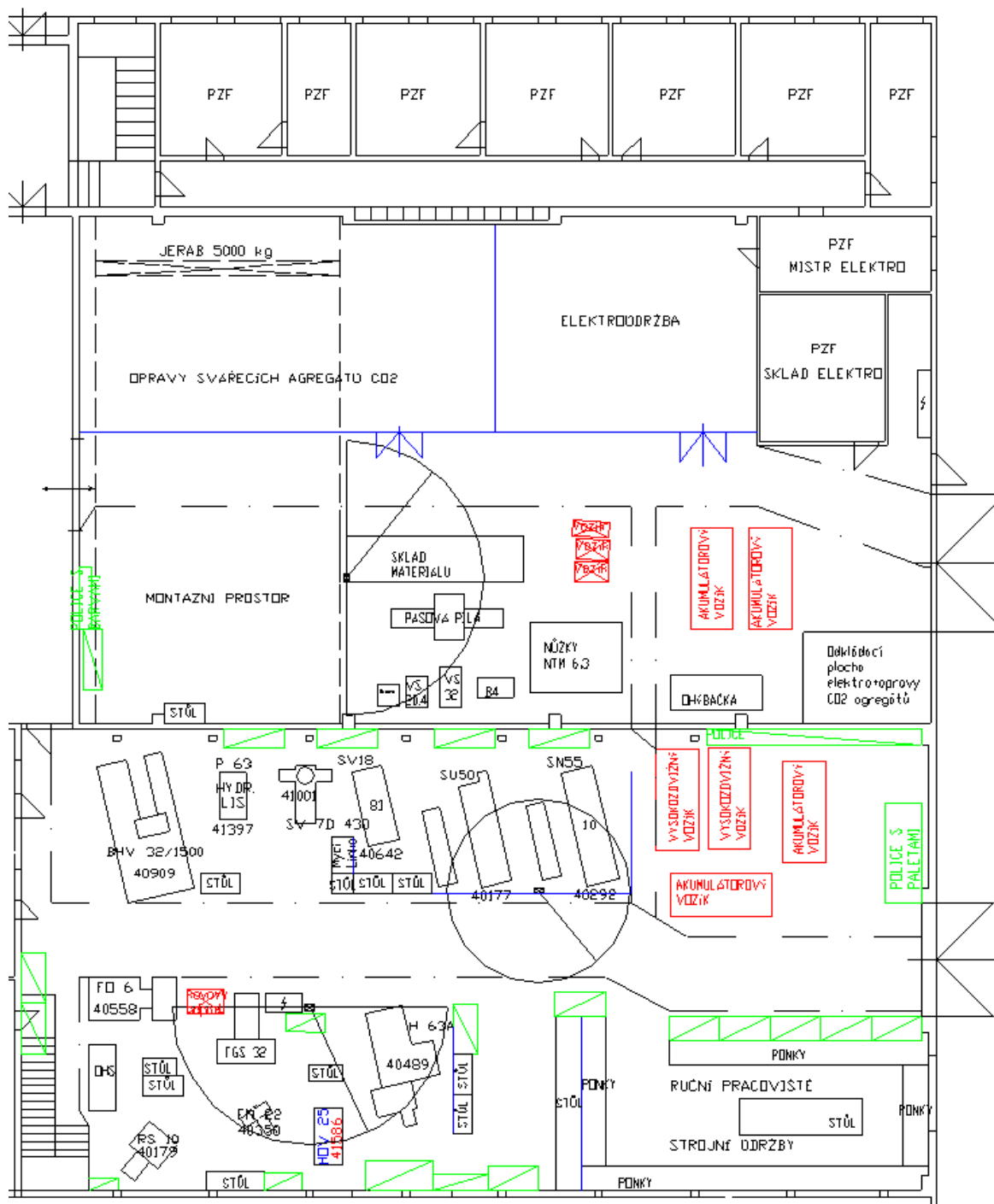
PŘÍLOHA Č. 11 – DRUHÉ KOLO

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Dovezení materiálu ze skladu	44	0:04:03
2	Příprava na soustružení	3	0:06:28
3	Soustružení	0	2:30:00
4	Přeložení polotovaru	3	0:04:21
5	Převoz k vrtačce	12	0:03:08
6	Příprava vrtání	1	0:03:48
7	Vrtání	0	0:15:00
8	Přeložení polotovaru	1	0:00:49
9	Převoz polotovaru k obrážece	273	0:07:58
10	Příprava na obrázení	2	0:05:00
11	Obrázení	0	0:45:00
12	Přeložení polotovaru	2	0:04:14
13	Převoz polotovaru k odvalovací frézce	273	0:08:38
14	Příprava na výrobu ozubení	2	0:05:49
15	Výroba ozubení	0	3:00:00
16	Přeložení polotovaru	2	0:02:32
17	Převoz polotovaru ke kalení a broušení zubů	270	0:08:31
18	Kalení	0	4:00:00
19	Broušení zubů	0	2:30:00
20	Převoz k brusce	270	0:07:59
21	Příprava na broušení	2	0:06:43
22	Broušení čel	0	0:30:00
23	Přeložení kola	2	0:02:05
24	Převoz na montáž	18	0:00:20
Celkem		1180	14:52:26

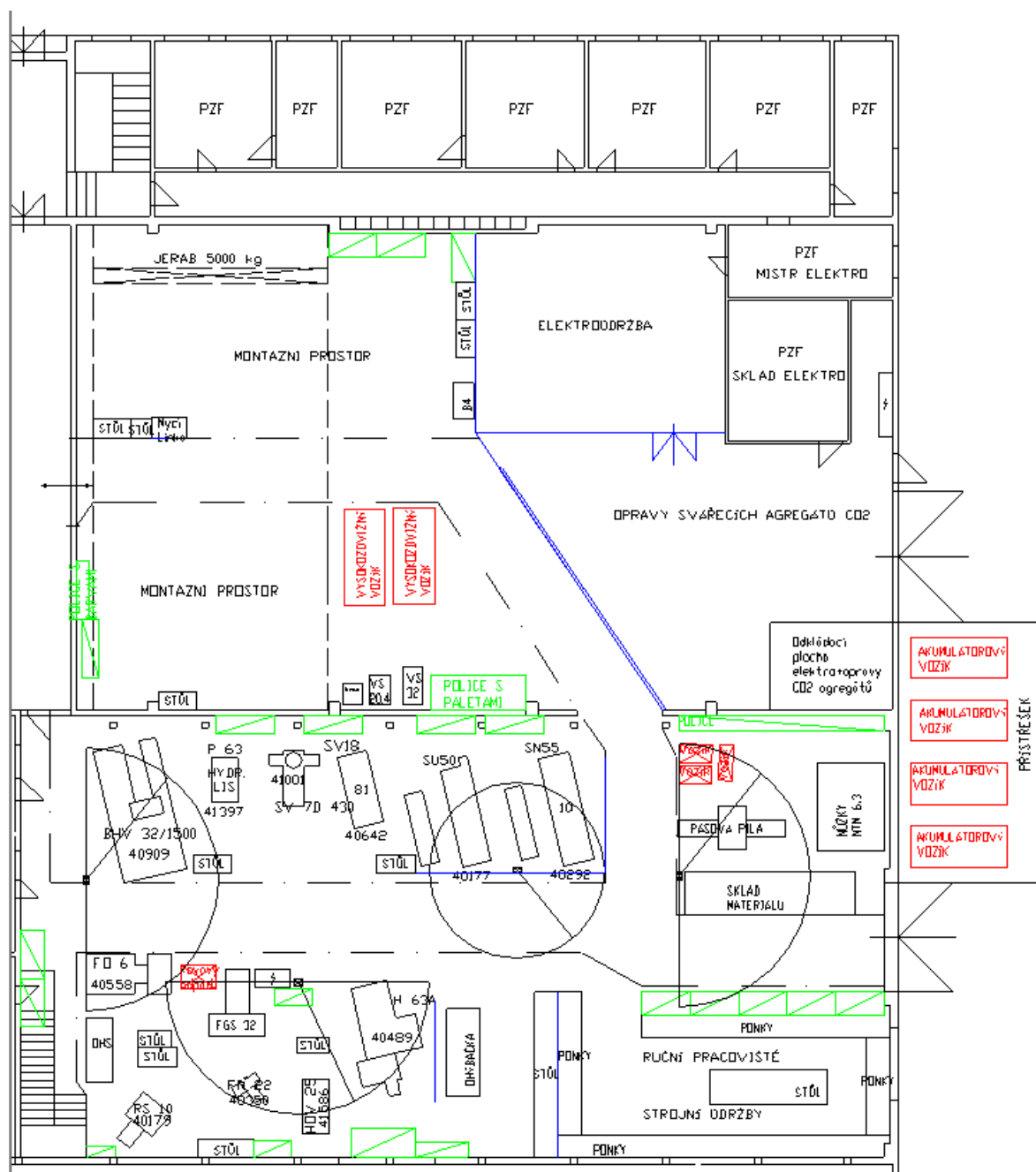
PŘÍLOHA Č. 12 – TŘETÍ KOLO

No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Dovezení materiálu ze skladu	44	0:04:12
2	Příprava na soustružení	3	0:06:55
3	Soustružení	0	2:30:00
4	Přeložení polotovaru	3	0:04:56
5	Převoz k vrtačce	12	0:03:09
6	Příprava vrtání	1	0:03:49
7	Vrtání	0	0:20:00
8	Přeložení polotovaru	1	0:01:36
9	Převoz polotovaru k obrážecce	273	0:08:21
10	Příprava na obrázení	2	0:05:21
11	Obrázení	0	3:00:00
12	Přeložení polotovaru	2	0:04:22
13	Převoz polotovaru k odvalovací frézce	273	0:08:26
14	Příprava na výrobu ozubení	2	0:05:37
15	Výroba ozubení	0	4:00:00
16	Přeložení polotovaru	2	0:02:34
17	Převoz polotovaru ke kalení a broušení zubů	270	0:08:35
18	Kalení	0	4:00:00
19	Broušení zubů	0	3:00:00
20	Převoz k brusce	270	0:08:16
21	Příprava na broušení	2	0:07:07
22	Broušení čel	0	0:30:00
23	Přeložení kola	2	0:01:31
24	Převoz na montáž	18	0:00:20
Celkem		1180	18:45:07

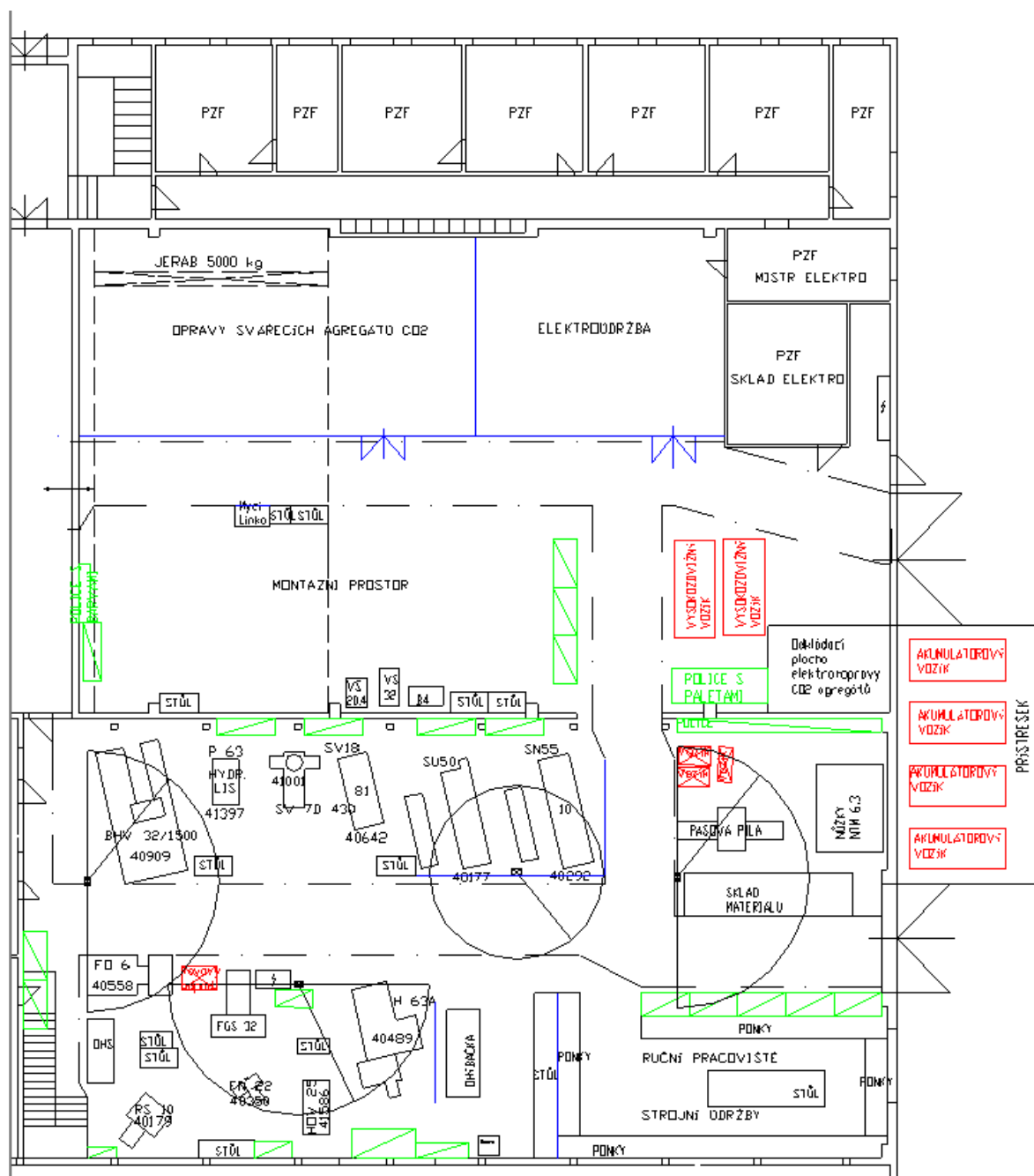
PŘÍLOHA Č. 13 – PRVNÍ VARIANTA



PŘÍLOHA Č. 14 – DRUHÁ VARIANTA



PŘÍLOHA Č. 15 – TŘETÍ VARIANTA



Architectural floor plan of a workshop with movement paths overlaid. The plan includes various workstations, storage areas, and equipment. Movement paths are color-coded: red for worker movement during reconstruction, blue for the welder, and green for the crane. The legend at the bottom identifies these paths.

Legend:

- pohyb pracovníka při rekonstrukci skříně (Worker movement during cabinet reconstruction)
- hřídele (Shaft)
- ozubená kola (Gears)

PŘÍLOHA Č. 17 – NOVÁ VÝROBA HŘÍDELŮ

Hřídele			
No.:	Úkon	Vzdálenost [m]	Čas
1	Příprava na uříznutí polotovaru VH	2	0:01:38
2	Řezání polotovaru VH	0	0:04:20
3	Úklid zbytku polotovaru VH	2	0:01:15
4	Přeložení polotovaru	2	0:00:14
5	Příprava na uříznutí polotovaru OH	2	0:01:56
6	Řezání polotovaru OH	0	0:07:34
7	Úklid zbytku polotovaru OH	2	0:01:36
8	Přeložení polotovaru	2	0:00:15
9	Příprava na uříznutí polotovaru 1P	2	0:01:45
10	Řezání polotovaru 1P	0	0:05:01
11	Úklid zbytku polotovaru 1P	2	0:01:20
12	Přeložení polotovaru	2	0:00:13
13	Příprava na uříznutí polotovaru 2P	2	0:01:56
14	Řezání polotovaru 2P	0	0:07:34
15	Úklid zbytku polotovaru 2P	2	0:01:36
16	Přeložení polotovaru	2	0:00:14
17	Převoz k soustruhu	6	0:00:16
18	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:11:12
19	Soustružení	0	4:45:00
20	Přeložení polotovaru na vozík	16	0:02:08
21	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:12:19
22	Soustružení	0	5:45:00
23	Přeložení polotovaru na vozík	12	0:05:17
24	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:11:06
25	Soustružení	0	4:00:00
26	Přeložení polotovaru na vozík	16	0:04:05
27	Příprava k soustružení polotovaru na soustruhu	5	0:15:13
28	Soustružení	0	4:30:00
29	Přeložení polotovaru na vozík	16	0:06:52
30	Převoz k vrtačce	11	0:00:23
31	Příprava k vrtání	1	0:03:08
32	Vrtání	0	0:15:00
33	Výroba závitu	0	0:10:00

34	Přeložení polotovaru	1	0:04:15
35	Převoz k frézce	8	0:00:12
36	Příprava k frézování drážky	2	0:06:12
37	Frézování drážky	0	0:24:00
38	Přeložení polotovaru	2	0:03:04
39	Příprava k frézování drážkování	2	0:20:54
40	Frézování drážkování	0	2:30:00
41	Přeložení polotovaru	2	0:03:06
42	Příprava k frézování drážek	2	0:10:24
43	Frézování drážek	0	2:00:00
44	Přeložení polotovaru	2	0:02:30
45	Příprava k frézování drážek	2	0:05:56
46	Frézování drážek	0	0:45:00
47	Přeložení polotovaru	2	0:03:02
48	Převoz k odvalovací frézce	10	0:00:15
49	Příprava k frézování ozubení	2	0:10:45
50	Frézování ozubení	0	2:15:00
51	Přeložení polotovaru	2	0:02:48
52	Příprava k frézování ozubení	2	0:11:02
53	Frézování ozubení	0	2:15:00
54	Přeložení polotovaru	2	0:02:48
55	Příprava k frézování ozubení	2	0:11:32
56	Frézování ozubení	0	3:00:00
57	Přeložení polotovaru	2	0:02:57
58	Převoz ke kalení	77	0:01:54
59	Kalení	0	4:00:00
60	Broušení zubů	0	0:45:00
61	Broušení zubů	0	0:45:00
62	Broušení zubů	0	1:00:00
63	Převoz k brusce	76	0:01:57
64	Příprava k broušení	3	0:05:20
65	Broušení průměrů	0	1:30:00
66	Přeložení	3	0:03:33
67	Příprava k broušení	3	0:05:43
68	Broušení průměrů	0	3:00:00
69	Přeložení	3	0:02:15
70	Příprava k broušení	3	0:05:17
71	Broušení průměrů	0	1:30:00
72	Přeložení a převoz na montáž	3	0:03:08
73	Příprava k broušení	3	0:05:52
74	Broušení průměrů	0	1:30:00
75	Přeložení a převoz na montáž	3	0:04:19
76	Převoz na montáž	43	0:01:12
77	Nasazení ložisek	1	0:03:25

78	Nasazení ložisek a kola	1	0:05:27
79	Nasazení ložisek a kola	1	0:04:02
80	Nasazení ložisek	1	0:05:26
Celkem		393	51:04:58

Legenda:

- Vstupní hřídel
- Výstupní hřídel
- První předlohový hřídel
- Druhý předlohový hřídel

PŘÍLOHA Č. 18 – NOVÁ VÝROBA OZUBENÝCH KOL

Ozubená kola			
No.:	Úkon	Vzdálenost [m]	Čas
1	Dovezení materiálu ze skladu	6	0:00:17
2	Příprava na soustružení	3	0:05:46
3	Soustružení	0	2:00:00
4	Přeložení polotovaru	3	0:03:47
5	Příprava na soustružení	3	0:06:28
6	Soustružení	0	2:30:00
7	Přeložení polotovaru	3	0:04:21
8	Příprava na soustružení	3	0:06:55
9	Soustružení	0	2:30:00
10	Přeložení polotovaru	3	0:04:56
11	Převoz k vrtačce	11	0:00:25
12	Příprava vrtání	1	0:03:48
13	Vrtání	0	0:15:00
14	Přeložení polotovaru	1	0:00:49
15	Příprava vrtání	1	0:03:49
16	Vrtání	0	0:20:00
17	Přeložení polotovaru	1	0:01:36
18	Převoz k obrážečce	8	0:00:13
19	Příprava na obrázení	2	0:05:00
20	Obrázení	0	2:00:00
21	Přeložení polotovaru	2	0:03:23
22	Příprava na obrázení	2	0:05:00
23	Obrázení	0	0:45:00
24	Přeložení polotovaru	2	0:04:14
25	Příprava na obrázení	2	0:05:21
26	Obrázení	0	3:00:00
27	Přeložení polotovaru	2	0:04:22
28	Převoz k odvalovací frézce	5	0:00:11
29	Příprava na výrobu ozubení	2	0:06:21
30	Výroba ozubení	0	2:00:00
31	Přeložení polotovaru	2	0:03:00
32	Příprava na výrobu ozubení	2	0:05:49
33	Výroba ozubení	0	3:00:00
34	Přeložení polotovaru	2	0:02:32
35	Příprava na výrobu ozubení	2	0:05:37
36	Výroba ozubení	0	4:00:00
37	Přeložení polotovaru	2	0:02:34
38	Převoz ke kalení a broušení	77	0:01:57

39	Kalení	0	4:00:00
40	Broušení zubů	0	1:30:00
41	Broušení zubů	0	2:30:00
42	Broušení zubů	0	3:00:00
43	Převozk brusce	76	0:01:55
44	Příprava na broušení	2	0:04:21
45	Broušení čel	0	0:30:00
46	Přeložení kola	2	0:03:27
47	Příprava na broušení	2	0:06:43
48	Broušení čel	0	0:30:00
49	Přeložení kola	2	0:02:05
50	Příprava na broušení	2	0:07:07
51	Broušení čel	0	0:30:00
52	Přeložení kola	2	0:01:31
53	Převoz na montáž	43	0:01:14
Celkem		284	36:56:54

Legenda:

- První kolo
- Druhé kolo
- Třetí kolo

PŘÍLOHA Č. 19 – NOVÁ REKONSTRUKCE PŘEVODOVÉ SKŘÍŇE

Skříň			
No.:	Úkon	Vzdálenost[m]	Čas
1	Sejmutí víka	2	0:05:32
2	Vyjmutí hřidelů a ostatních souč.	6	0:03:13
3	Odstrojení víka	3	0:03:46
4	Příprava na odmašťování	6	0:02:09
5	Odmašťování	9	0:04:39
6	Dokončení odmašťování	8	0:01:28
7	Odstranění původního nátěru	6	0:15:18
8	Donesení barev	13	0:00:20
9	Nátěr	6	0:06:06
10	Schnutí	0	3:00:00
11	Nátěr	3	0:05:32
12	Schnutí	0	3:00:00
13	Nátěr	5	0:06:41
14	Schnutí	0	3:00:00
15	Nátěr	3	0:04:58
16	Schnutí	0	3:00:00
17	Úklid barev	13	0:00:22
18	Vložení předloh a ost. souč.	5	0:16:35
19	Kompletace převodovky	6	0:12:12
20	Dokončení montáže	3	0:05:21
Celkem		97	13:34:12